



III-123 - A COOPERAÇÃO INTERMUNICIPAL PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS DOMICILIARES E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

Rafael Mattos Deus ⁽¹⁾

Mestre em Engenharia de Produção pela Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista (FEB/UNESP). Doutorando em Engenharia de Produção pela FEB/UNESP.

Rosane Aparecida Gomes Battistelle

Profa. Dra. do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista (FEB/UNESP).

Gustavo Henrique Ribeiro da Silva

Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista (FEB/UNESP).

Endereço⁽¹⁾: Av. Eng. Edmundo Carrijo Coube, 14-01, CEP 17033-360, Bauru, SP – Brasil. E-mail: rafaelmdeus@gmail.com

RESUMO

Os resíduos domiciliares constituem um desafio para a gestão pública, pois concomitante ao crescimento populacional a geração de resíduos tem aumentado. Diante disso a Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil traçou metas para solucionar alguns problemas, como erradicar os lixões e aterros controlados, entretanto atingir as metas com eficácia não é simples, assim há alternativas viáveis como a cooperação intermunicipal por consórcio, ou por meio de privatizações dos processos. Este estudo tem por objetivo avaliar e comparar o impacto ambiental da inserção de um programa de cooperação intermunicipal em dois aspectos: utilização de um aterro sanitário privado já instalado e a proposta de um novo aterro sanitário público consorciado para nove pequenos municípios. Os impactos nas questões de emissões de gases de efeito estufa e consumo de energia foram levemente maiores nos cenários alternativos em comparação com o cenário atual. Mesmo diante deste resultado, os municípios de pequeno porte, de modo geral, que não possuem aterros sanitários compatíveis com as normas reguladoras, precisam alterar este panorama buscando cooperação intermunicipal com a criação de consórcios públicos ou a privatização do sistema de disposição final dos resíduos, dispondo em aterro particular, mas de forma ambientalmente adequada.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Domiciliares, Consórcio, Cooperação Intermunicipal, Aterro Privado.

INTRODUÇÃO

A Infraestrutura municipal inclui serviços de abastecimento de água, gestão de resíduos sólidos, sistemas de esgotos, serviços de drenagem urbana, instalações de geração de energia, estradas, transporte de massa, geração de eletricidade e de telecomunicações. Portanto fornecer estas infraestruturas é essencial e envolve várias funções: planejamento, finanças, construção, propriedade, operação e manutenção (ALM, 2016).

Um fato importante no contexto brasileiro é que embora tenha aumentado a disposição final ambientalmente adequada, que é a distribuição ordenada de rejeitos em aterros segundo as normas operacionais, ainda há muitos municípios que utilizam os vazadouros a céu aberto, conhecidos como lixões, e os aterros controlados. Os municípios que mais sofrem com este problema são os de pequeno porte. Por isso a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estimula a gestão consorciada, ou seja, a cooperação intermunicipal, a qual pode possibilitar a implementação de ações conjuntas, articulação de pressão e a capacidade de visão de planejamento e intervenção (MATOS; DIAS, 2011).



Através do Consórcio é possível viabilizar o destino ambientalmente correto e tratamento dos resíduos sólidos, erradicar os lixões e incentivar cooperativas de catadores, além de envolver a educação ambiental para melhorar a coleta seletiva (MATOS; DIAS, 2011).

Um dos instrumentos utilizados para alcançar as metas da PNRS é a cooperação intermunicipal:

“XIX - o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos” (BRASIL, 2010).

O Art. 45 enfatiza a importância dos consórcios públicos para a PNRS, pois permite a descentralização gerencial e administrativa, além de terem prioridade na obtenção dos incentivos instituídos pelo Governo Federal.

Vale ressaltar também que a cooperação com empresas privadas é uma boa prática recomendada pela PNRS e pela literatura (MASSOUD; EL-FADEL; ABDEL MALAK, 2003), em alguns aspectos o custo do serviço privado pode até ser menor do que o serviço público (JACOBSEN; BUYASSE; GELLYNCK, 2013).

Este estudo parte do pressuposto que alterando a localização do aterro, pode-se gerar impactos ambientais, relacionados à emissão de gases de efeito estufa, pois a distância é um aspecto significativo (SANTOS et al., 2014). Mas quanto seria estes impactos?

Portanto, este estudo tem por objetivo avaliar e comparar o impacto ambiental da inserção de um programa de cooperação intermunicipal em dois aspectos: utilização de um aterro sanitário privado já instalado e a proposta de um novo aterro sanitário público consorciado para nove pequenos municípios do Estado de São Paulo através de uma simulação da Emissão dos Gases de Efeito Estufa (MTCO_{2E} - toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente; e MTCE - toneladas métricas de carbono equivalente) e quantidade de Energia (BTU – British Thermal Unit).

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa utiliza informações disponibilizadas nas bases de dados governamentais, que foram submetidos a simulações para atingir o objetivo da pesquisa. Foram selecionados nove municípios de pequeno porte do estado de São Paulo, próximos entre si, conforme Tabela 1. Vale ressaltar que estes municípios não estão certificados no programa Município VerdeAzul do estado de São Paulo, por terem notas baixas, a maior deles é de 34,66 pontos, distante dos 80 pontos mínimos exigidos dos municípios certificados (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2014).

Tabela 1. Municípios envolvidos neste estudo e suas respectivas populações e IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano – Municipal).

Cidade	População (2010)	IDH-M (2010)	Nota Município VerdeAzul
A	2.493	0,680	7,56
B	3.696	0,697	0
C	4.077	0,684	9,25
D	5.792	0,678	13,88
E	6.590	0,729	1,39
F	10.223	0,733	31,73
G	11.309	0,722	1,07
H	30.091	0,764	34,66
I	77.039	0,788	37,38

Fonte: IBGE (2010); Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2013)

Os cenários escolhidos para esta pesquisa envolvem a projeção do estado atual da gestão de resíduos sólidos para o futuro, em 15 anos, portanto três cenários foram propostos: i) atual, ii) cooperação intermunicipal

pública por meio de consórcio e iii) privada. O cenário atual é a projeção de 15 anos tomando como prática as tendências praticadas pelos municípios. O cenário de cooperação pública, é a simulação da criação de um aterro sanitário adequado entre os municípios. O cenário privado é a simulação da utilização de um aterro sanitário particular já instalado em um município deste estudo.

Foi escolhido como indicador, baseado nas camadas de Greene; Tonjes (2014), a Camada 4, a qual faz análise de saídas dos sistemas gerando resultados sobre gasto energético e emissão de gases de efeito estufa (GEE). Com base neste indicador, há vários modelos na literatura que determinam as melhores opções e para este estudo foi utilizado o modelo *Waste Reduction Model* (WARM), criado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, que tem sido amplamente utilizado em vários contextos e trabalhos acadêmicos (GREENE; TONJES, 2014; LAI et al., 2014; MAHMOUDKHANI; VALIZADEH; KHASTOO, 2014). Os dados das emissões de GEE foram desenvolvidos conforme a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), utilizando técnicas de estimativa produzidos por inventários de emissões de GEE (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2006).

Para as projeções dos cenários e análises no sistema WARM, utilizou-se a composição gravimétrica disponível nos planos municipais de saneamento dos municípios envolvidos:

Para definir o município para localização do aterro consorciado, conforme os cenários, utilizou-se aquele situado no centro de gravidade e em caso de empate, aquele com menor média de distância (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

Para a projeção populacional, foi utilizado os dados da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) do Governo do Estado de São Paulo. A projeção de geração de resíduos sólidos foi retirada dos Planos Municipais Integrados de Saneamento Básico de cada município.

RESULTADOS

Como apresentado na Tabela 2, o cenário base dos municípios ao longo dos 15 anos analisados emitirá 113.758 de MTCO₂E, 31.025 de MTCE e consumirá 156.820 M BTU. Este cenário tem melhor resultado que o cenário para o aterro particular, o qual emitirá 114.411 de MTCO₂E, 31.203 de MTCE e consumirá 165.707 M BTU de energia, e o cenário para o consórcio público, o qual emitirá 114.124 de MTCO₂E, 31.124 de MTCE e consumirá 161.799 M BTU de energia.

Tabela 2. Comparação entre os cenários quanto ao total de resíduos destinados ao aterro, de 2015 a 2030: emissão de Gases de Efeito Estufa e gasto de Energia.

	Cenário base	Cenário privado	Cenário consórcio público
Total de MTCO₂E	113.758	114.411	114.124
Total de Energia (Milhões de BTU)	156.820	165.707	161.799
Total de MTCE	31.025	31.203	31.124

MTCO₂E: toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente

MTCE: toneladas métricas de carbono equivalente

A mudança do local do aterro, comparando o cenário base com os demais, reforça a importância do transporte no sistema de gestão dos resíduos. Pois o transporte é mundialmente responsável por cerca de 26% da emissão de CO₂ (CHAPMAN, 2007), portanto é um grande sistema poluidor e, conseqüentemente, gerador de impactos ambientais (SANTOS et al., 2014), possui um alto consumo energético (LARSEN et al., 2009) e vários estudos de Avaliação do Ciclo de Vida identificam a distância percorrida como um ponto fundamental para os impactos ambientais (SANTOS et al., 2014; YANG et al., 2014).



CONCLUSÕES

Embora os impactos nas questões de emissões de gases de efeito estufa e consumo de energia sejam levemente maiores nos cenários alternativos em comparação com o cenário atual, este na maioria dos municípios estão irregulares, possuindo ainda lixões e aterros controlados. Portanto os municípios de pequeno porte, de modo geral, que não possuem aterros sanitários compatíveis com as normas reguladoras, precisam alterar este panorama buscando cooperação intermunicipal com a criação de consórcios públicos ou a privatização do sistema de disposição final dos resíduos, dispondo em aterro particular, para que possam cumprir as normas atuais da PNRS.

Vale ressaltar que o aterro em consórcio só terá vantagem sobre o particular, se a localização for a mais ideal possível, conforme o ponto de equilíbrio, pois a distância percorrida é um ponto importante de impacto ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALM, J. Financing urban infrastructure: knowns, unknowns, and a way forward. *Journal of Economic Surveys*, p. 1–33, 2015.
2. BRASIL. Lei no 12.305, de 02 de agosto de 2010: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>
3. CHAPMAN, L. Transport and climate change: a review. *Journal of Transport Geography*, v. 15, n. 5, p. 354–367, 2007.
4. CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2009.
5. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. User's Guide for WARM. Disponível em: <http://epa.gov/epawaste/conserves/tools/warm/Warm_UsersGuide.html>
6. GREENE, K. L.; TONJES, D. J. Quantitative assessments of municipal waste management systems: using different indicators to compare and rank programs in New York State. *Waste Management*, v. 34, n. 4, p. 825–36, 2014.
7. IBGE. Informações sobre os municípios brasileiros. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>
8. JACOBSEN, R.; BUYSSE, J.; GELLYNCK, X. Cost comparison between private and public collection of residual household waste: Multiple case studies in the Flemish region of Belgium. *Waste Management*, v. 33, n. 1, p. 3–11, 2013.
9. LAI, K. et al. Evaluation of waste reduction and diversion as alternatives to landfill disposal 2014 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS). Anais...IEEE, abr. 2014.
10. LARSEN, A. W. et al. Diesel consumption in waste collection and transport and its environmental significance. *Waste Management & Research*, v. 27, n. 7, p. 652–9, 2009.
11. MAHMOUDKHANI, R.; VALIZADEH, B.; KHASTOO, H. Greenhouse Gases Life Cycle Assessment (GHGLCA) as a decision support tool for municipal solid waste management in Iran. *Journal of environmental health science & engineering*, v. 12, n. 71, p. 1–7, jan. 2014.
12. MASSOUD, M. ; EL-FADEL, M.; ABDEL MALAK, A. Assessment of public vs private MSW management: a case study. *Journal of Environmental Management*, v. 69, n. 1, p. 15–24, 2003.
13. MATOS, F.; DIAS, R. A gestão de resíduos sólidos e a formação de consórcios intermunicipais. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v. 4, n. 3, p. 501–519, 2011.
14. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>>
15. SANTOS, M. F. N. DOS et al. Comparative study of the life cycle assessment of particleboards made of residues from sugarcane bagasse (*Saccharum spp.*) and pine wood shavings (*Pinus elliottii*). *Journal of Cleaner Production*, v. 64, p. 345–355, 2014.
16. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Município VerdeAzul. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/>>.
17. YANG, N. et al. Environmental impact assessment on the construction and operation of municipal solid waste sanitary landfills in developing countries: China case study. *Waste Management*, v. 34, n. 5, p. 929–37, 2014.